

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ ИЗМЕРЕНИЙ СКОРОСТИ ВЕТРА

Немков Д.А., Немихин Ю.Е., Хайретдинова Л.Р., Щеклеин С.Е.  
УрФУ, nemikhin@rambler.ru

Предпосылкой к проведению исследования стал замеченный факт, что средний куб скорости ветра за сутки, измеренной с частотой в один час, почти в два раза меньше, чем средний куб скорости, измеренной с частотой в одну секунду. Из проведенных исследований следует, что подобная закономерность соблюдается всегда.

Для ветровой энергетики одним из важнейших параметров ветрогенераторов является вырабатываемая мощность. Ветер обладает кинетической энергией, которая может быть превращена при помощи ВЭС в механическую, а затем электрогенератором в электрическую энергию.

Одной из важнейших характеристик ветрогенератора является мощность. В первом приближении мощность может быть рассчитана по формуле (1) [1]

$$N = \frac{\rho S v^3}{2}, \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха,  $S$  – обдуваемая площадь,  $v$  – скорость ветрового потока. Из формулы (1) для мощности может быть получена средняя мощность за день путем интегрирования (усреднения) по количеству измерений.

$$\langle N \rangle = \frac{\rho S \langle v^3 \rangle}{2}, \quad (2)$$

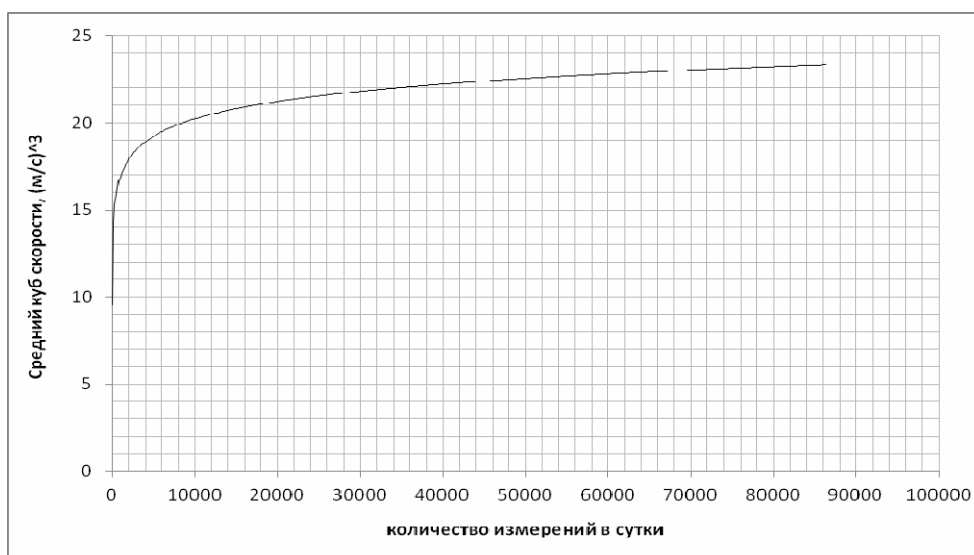
где  $\langle N \rangle$  – средняя мощность за сутки,  $\langle v^3 \rangle$  – средний куб скорости за этот же период. При этом, чем точнее измерен средний куб скорости, тем точнее можно оценить среднюю мощность ветрового потока. Для точной оценки средней скорости потребовалось бы измерять её каждый бесконечно малый промежуток времени, что технически невозможно. Определим оптимальную частоту измерений скорости ветра, которая технически могла бы быть реализована.

Все расчеты производились с использованием архивных данных системы мониторинга окружающей среды на кафедре АС и ВИЭ, УрФУ. Анемометр расположен на здании Уральского энергетического института. Соответствие между временными интервалами и частотой измерений приведено в таблице.

Количество измерений в сутки

Периодичность измерений	4 ч	3 ч	2 ч	1 ч	40 мин	30 мин	20 мин	10 мин	8 мин	6 мин	4 мин	2 мин	1 мин	40 сек	30 сек	20 сек	10 сек	5 сек	4 сек	3 сек	2 сек	1 сек
ν, кол-во измерений в сут.	6	8	12	24	36	48	72	144	180	240	360	720	1440	2160	2880	4320	8640	17280	21150	28200	42300	86400

Общий вид полученной зависимости  $\langle v^3 \rangle = f(\nu)$ : представлен на рисунке. График построен на основе данных за 17.09.2013 г.



Зависимость  
среднего куба  
скорости ветра  
от числа измерений  
за сутки

В качестве аппроксимации предлагается логарифмическая аппроксимация:

$$\langle v^3 \rangle = 1,437 \ln(v) + 6,991 .$$

### Заключение

Можно сделать вывод, что такая форма характерна для данной зависимости в целом. Этот факт позволяет установить оптимальную частоту измерений. Функция имеет «полочку» после  $v_i = 30000$  и в дальнейшем имеет небольшое изменение на 7-8 %, следовательно, можно ограничиться частотой измерений  $v_i$ .

Из проведенных исследований и построенных зависимостей среднего куба скорости ветра от частоты измерения скорости ветра, можно заключить, что оптимальная частота измерения скорости ветра лежит в диапазоне до 30000 раз в сутки, т.е. с интервалом в 3 секунды. Дальнейшее увеличение частоты измерений может привести лишь к неоправданным техническим и экономическим затратам.

### Библиографический список

1. Твайдел Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайдел. А. Уэйр: пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1990. 120 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПАРОВЫХ СНАРЯДОВ ДЛЯ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ ЖИДКОСТИ

Никитин А.Д., Стариков Е.В., Щеклеин С.Е.  
УрФУ, [studentshurik@gmail.com](mailto:studentshurik@gmail.com)

Для исследования возможности использования энергии паровых снарядов для перекачивания жидкости была собрана установка под названием «Пузырьковый насос». Схема экспериментальной установки изображена на рис. 1.